

表面活性剤交換法による大気下での CZTS 薄膜太陽電池の作製

○安部健太郎^{1,2}, Shen Heping², Li Xin², 林紅², 岩本光正¹ (東工大理工)

○Kentaro Abe^{1,2}, Shen Heping², Li Xin², Hong Lin², Mitsumasa Iwamoto¹

¹Dept. of Physical Electronics, Tokyo Tech

²Dept. of Material Science and Engineering, Tsinghua university, China

E-mail: iwamoto@pe.titech.ac.jp

はじめに コロイド状半導体を用いた太陽電池は、低コストでフレキシブル基板や大面積で作製が可能なことから注目を浴びている。そして、これまで、アニール処理を行わない低温での太陽電池の作製は、PbS や CdS などの強い毒性を持つ材料を用いて実現されてきた。今回、我々は、無毒かつレアアースを含まない半導体材料 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS)を用いて、完全大気中で加熱処理を行わずに太陽電池を作製することができたので報告する。

実験 ホットインジェクション法を用いて CZTS ナノ結晶の合成を行い、吸収スペクトル、XRD、ラマン分光法、XPS、TEM 測定により特性評価を行った。合成後は長い炭素鎖を持つオレイルアミンがナノ結晶の表面を覆っているため、ナノ結晶間のキャリアの移動をスムーズにするために、スピスコートの際に layer by layer 法を用いて表面活性剤の置換を行った[1]。置換には炭素差の短い MPA (mercaptopropionic), および CTAB(cetyltrimethylammonium bromide)を用いた。全てのプロセスは大気下で行った。ホール効果測定法により移動度を求め、FTO/TiO₂/CZTS/Au 構造の太陽電池を作製し、性能を測定した。

結果及び検討 図1は CZTS ナノ結晶の TEM 画像であり、直径 20 nm 程の均一な粒子の存在が確認できる。図2は表面活性剤置換前、置換後の赤外分光法の結果であり、オレイルアミンのピークが置換後に消えていることから、置換が進行したことを示している。未処理の膜においては移動度が低く、測定可能範囲を下回っていたが、MPA 処理をした膜では 4.3×10^{-2} cm/Vs, CTAB 処理をした膜では 7.1×10^{-1} cm/Vs の移動度が計測された。図3は太陽電池の結果であり、太陽電池としての動作が確認できた。効率はまだ低い、溶液プロセス、かつ加熱処理を経ないで、CZTS 太陽電池の作製ができた [2]。

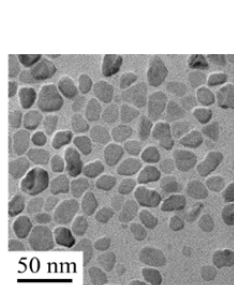


図1 TEM 画像

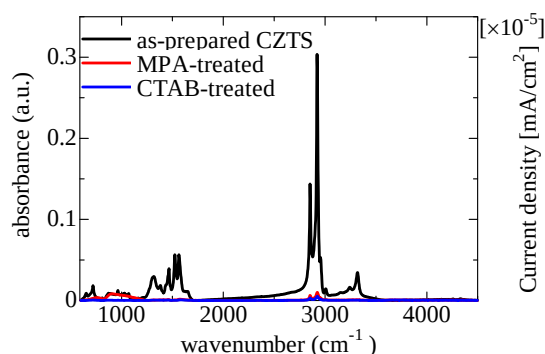


図2 FTIR スペクトル

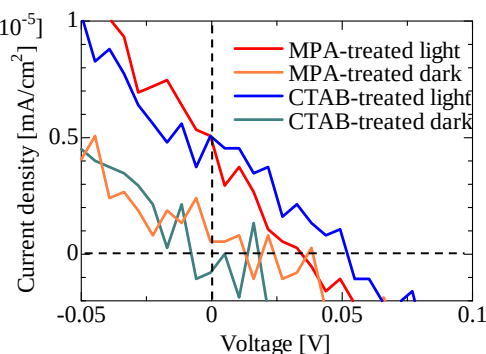


図3 太陽電池特性

[1] G. H. Carey, K. W. Chou, B. Yan. et al. MRS Commun., vol.3, 83–90, (2013).

[2] K.Abe, H.Shen, X.Li. et al. Polyhedron., vol.82: 148-153.(2014)